

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

E.A.P DE ODONTOLOGÍA

**Pérdida de calcio en esmalte de dentición mixta por
exposición in vitro a bebida carbonatada ácida**

TESIS

para optar el título profesional de Cirujano Dentista

AUTOR

Doménica Mirelly Franco Alburqueque

ASESOR

María Elena Núñez Lizárraga

Lima – Perú

2008

DEDICATORIA

*A Dios,
por la vida y por nunca abandonarme,
ni en los momentos más difíciles.*

*A Docha, mi madre,
por su amor y porque siempre estuvo para mí, incondicionalmente,
sabiendo tolerar mis defectos y ayudándome a salir adelante.*

*A mi tía Maruja, una tía sin igual.
Por su ejemplo, su cariño y sus consejos; por toda la ayuda y los
maravillosos momentos compartidos en el seno de su hogar,
que fue mi hogar.*

AGRADECIMIENTO

*A la Dra. María Elena Núñez Lizárraga, por ser una gran asesora.
Gracias por todo su tiempo, su paciencia, su aliento para continuar y por
los conocimientos compartidos con tanta dedicación y ternura.*

*A mis amigos de siempre: Aldo y Janneth,
porque sin ellos
no habría sido posible.*

*Y a todos quienes de alguna u otra forma
me apoyaron para llevar a cabo este proyecto.*

ÍNDICE

| | PÁG |
|---|------------|
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEORICO | 2-23 |
| 2.1 Antecedentes | 2-7 |
| 2.2 Bases teóricas | 8-19 |
| 2.3 Planteamiento del problema | 20 |
| 2.4 Justificación | 20 |
| 2.5 Objetivos de la investigación | 21 |
| 2.6 Hipótesis | 22 |
| III. MATERIALES Y METODOS | |
| 3.1 Tipo de estudio | 23 |
| 3.2 Muestra | 23 |
| 3.3 Operacionalización de variables | 24 |
| 3.4 Materiales y métodos | 25-26 |
| 3.4.1 Procedimientos y técnicas | 26-29 |
| 3.4.2 Recolección de datos | 29-30 |
| IV. RESULTADOS | 31-40 |
| V. DISCUSIÓN | 41-42 |
| VI. CONCLUSIONES | 43 |
| VII. RECOMENDACIONES | 44 |
| VIII. RESUMEN | 45-46 |
| IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y BIBLIOGRAFÍA | 47-54 |
| X. ANEXOS | 55 |

I. INTRODUCCIÓN

Son muchos los estudios que se han realizado a escala mundial que determinan la relación directa entre el consumo de bebidas ácidas y la erosión dental. Los niveles de consumo de estas bebidas se incrementan exponencialmente año tras año, y a la vez, se incrementa en la población, el riesgo de padecer erosión dental. La erosión dental es la pérdida progresiva e irreversible del esmalte, causada por la desmineralización química del mismo, sin intervención bacteriana.

En general, las bebidas ácidas industrializadas muestran un pH menor al pH crítico necesario para que se produzca una desmineralización del esmalte dental. Es ésta la razón por la cual resultan potencialmente lesivas para la dentición.

Existen varios factores que intervienen en la formación de los defectos erosivos, entre los cuales tenemos: la temperatura, el tiempo de exposición, el tipo de esmalte, la frecuencia de exposición, etc. El presente estudio evaluó, mediante la determinación de la cantidad de calcio perdido, la influencia del factor “frecuencia de exposición” en el desarrollo de la erosión dental, en tres distintas frecuencias, determinando si la desmineralización aumenta al incrementarse la frecuencia de exposición a la bebida, para lo cual se utilizó la bebida industrializada de mayor consumo en la ciudad de Lima.

II. MARCO TEÓRICO:

2.1 Antecedentes

SMITH y SHAW (1987) estudiaron, *in vitro*, la disolución de calcio producida en el esmalte deciduo por los jugos de frutas artificiales que comúnmente consumían los niños. Concluyeron que, al sumergir los dientes deciduos en los jugos de frutas, se produce una significativa desmineralización del esmalte, sólo en un corto período de tiempo.³

GROBLER y col. (1989) evaluaron, *in vitro*, el potencial erosivo de diferentes frutas, determinando la cantidad de calcio que liberaba el esmalte luego de exposiciones repetidas de 40 minutos. La erosión inicial más alta (en los 10 primeros minutos) la produjo el albaricoque, el cual tenía mayor acidez. La uva y la guayaba produjeron valores intermedios, mientras que la manzana y la naranja tuvieron los valores más bajos de erosión. Después de esta fase inicial, la erosión decreció, excepto la producida por la uva.⁴

JARVINEN y col. (1991) llevaron a cabo el único estudio de casos y controles para evaluar varios factores de riesgo de la erosión dental. Encontraron que el incremento del riesgo de erosión se produjo cuando la fruta cítrica fue consumida más de dos veces por día, y si el vinagre de manzana o bebidas deportivas fueron consumidos más de una vez por semana. Además, hallaron que las personas que consumían frutas cítricas más de dos veces por día, presentaban un riesgo de desarrollar lesiones por erosión, 37 veces mayor que las que no las consumían. Con la maca, el riesgo era 10 veces mayor, con las bebidas deportivas era 10 veces mayor y 4 veces mayor con las bebidas refrescantes.⁵

MEURMAN y FRANK (1991) observaron, basados en los cambios de la superficie del esmalte, que el ácido maleico contenido en las bebidas deportivas (pH 3,4) fue menos erosivo que el ácido cítrico contenido en dichas bebidas (pH 2,8) o el ácido fosfórico contenido en las bebidas de cola (pH 2,6) después de 15-30 minutos de exposición.⁶

MILLWARD y col. (1994) analizaron una detallada historia de la dieta un grupo de 101 niños escolares. Encontraron que cuanto mayor es la frecuencia de consumo de bebidas suaves, particularmente de bebidas carbonatadas, mayor es la severidad de la erosión.⁷

MAUPOMÉ y col. (1998) investigaron los efectos de una bebida suave sobre el esmalte permanente, a diferentes frecuencias de exposición (1, 5 y 10 inmersiones de 5 minutos cada una por día). Los resultados mostraron que el mayor efecto erosivo fue observado inmediatamente después de la primera inmersión. Se observó que la reducción de la microdureza era similar para 1 ó 5 exposiciones por día; sin embargo, con 10 exposiciones por día hubo una reducción mayor y significativa de la microdureza superficial, con respecto a las otras dos frecuencias analizadas.⁸

FUSHIDA y CURY (1999) investigaron, *in situ*, a través de dispositivos intraorales, el efecto de la frecuencia de ingestión de *Coca-Cola®* en la erosión del esmalte y dentina de dientes de bovino, y la reversión de este efecto por acción de la saliva. Los resultados mostraron que, en función de la frecuencia de ingestión, hay una pérdida proporcional de la estructura superficial tanto del esmalte como de la dentina. También se halló que la saliva aumentó significativamente la microdureza superficial del esmalte erosionado, pero la recuperación no fue total, por lo cual se concluyó que se producía pérdida estructural irreversible; y se determinó que a mayor frecuencia de la ingesta, menor es la capacidad de la saliva de reendurecer el esmalte y dentina. Asimismo, aunque el porcentaje promedio de pérdida de dureza de la dentina

fue mayor que la del esmalte, la diferencia no fue estadísticamente significativa.⁹

AMAECHI y col. (1999) investigaron la influencia de la temperatura, la duración de la exposición y el tipo de esmalte en el desarrollo y progresión de la erosión dental, para lo cual utilizaron jugo de naranja. Encontraron que la temperatura del jugo de naranja influye en su potencial erosivo y que tomando la bebida helada se reduce el efecto erosivo de la misma. Exposiciones intermitentes prolongadas al jugo de naranja incrementan la severidad de la erosión en forma progresiva, independientemente del papel protector de la saliva. Además, encontraron que la erosión progresa en una proporción de 2,0:1,5:1,0 para esmalte bovino, esmalte deciduo humano y esmalte permanente humano, respectivamente; de lo cual se concluye que la erosión progresa más rápido en el esmalte bovino que en el humano, y en el esmalte deciduo humano que en el permanente.¹⁰

HUNTER y col. (2000) realizaron un estudio *in vitro* con dos objetivos: 1) determinar las diferencias de la pérdida de esmalte y dentina en piezas deciduas y permanentes, después del consumo de una bebida de naranja por 15 días; y 2) determinar las diferencias de estas pérdidas al consumir la bebida 2 *versus* 4 veces al día, durante 15 días. Los resultados mostraron que la erosión producida en el esmalte de piezas deciduas fue mayor que en las permanentes, aunque estas diferencias fueron significativas sólo para las piezas expuestas 4 veces al día. Por el contrario, la erosión de la dentina fue generalmente mayor en piezas permanentes que en deciduas. El incremento de la frecuencia de consumo era proporcional a la pérdida de estructura dental, pero estos resultados no fueron estadísticamente significativos.¹¹

MOAZZEZ y col. (2000) investigaron la relación entre erosión dental, pH intraoral y hábitos de ingesta de bebidas en un grupo de adolescentes. Observaron que la severidad de la erosión depende de la concentración de

iones de hidrógeno (acidez titulable), de la frecuencia y la duración de la exposición al ácido.¹²

LUSSI y col. (2000) compararon, *in vitro*, el potencial erosivo de diferentes bebidas sobre dientes primarios y permanentes de seres humanos. Se halló que la microdureza superficial inicial (basal) fue menor para los dientes primarios que para los permanentes. Para ambos, la bebida *Sprite®* mostró la mayor disminución de la microdureza superficial, mientras que el yogur presentó un incremento en la microdureza superficial en los dientes primarios. Se reportó que los dientes primarios no fueron más susceptibles que los permanentes.¹³

AL-MALIK y col. (2001) investigaron la posible asociación entre caries, caries rampante y erosión dental en dentición decidua, incluyendo variables como el nivel socioeconómico, conducta dietética y hábitos de higiene oral, en una muestra de niños (2-5 años de edad) de Arabia Saudita. Los resultados de este estudio mostraron que no había una clara relación entre erosión y nivel socioeconómico o entre erosión y hábitos de higiene oral; como sí la había entre estos dos factores y la caries dental. Sin embargo, se encontró que tanto la erosión como la caries dental/caries rampante estaban relacionadas con la dieta, en esta muestra de niños.²⁵

BARLTLETT y COWARD (2001) compararon los efectos erosivos de la secreción gástrica con los de las bebidas carbonatadas sobre el esmalte y la dentina. Se evaluó la cantidad de calcio liberado por 30 dientes. Los resultados mostraron que el jugo gástrico tiene un potencial erosivo mayor por unidad de tiempo que las bebidas carbonatadas.¹⁴

JOHANSSON y col. (2001) realizaron una investigación que incluía un estudio *in vitro* y otro *in vivo* (con niños entre 5 y 8 años), cuyo objetivo era determinar los posibles factores etiológicos de la erosión severa de piezas deciduas, además de la susceptibilidad de piezas deciduas y permanentes a la erosión.

Los resultados mostraron que la presencia de la erosión dental en los niños está asociada con un número de factores de salud general y de la dieta, pero que la erosión es agravada por una progresión relativamente más rápida de ésta en las piezas deciduas.¹⁵

PARRY y col (2001) publicaron los resultados de un estudio que comparaba la erosión dental provocada por diferentes clases de aguas minerales (con y sin gas) y de las bebidas refrescantes. Los niveles de disolución de calcio ocasionados por todas las aguas minerales eran muy bajos, pero los de las aguas minerales con gas eran mayores que los de las aguas minerales sin gas (con niveles de disolución de calcio hasta indetectables). Ahora bien, a pesar de ser mayores, los niveles de disolución de las aguas minerales con gas, eran unas cien veces menores que los provocados por los refrescos. Eliminar el gas del agua mineral gasificada no disminuía el poder disolutivo de ésta, por lo que los autores dedujeron que el proceso de carbonación de las bebidas no era un factor lo suficientemente importante *per se* en la erosión dental.¹⁶

MAS (2003) realizó un estudio *in vitro* del efecto erosivo de una bebida carbonatada, un yogur y un néctar sobre el esmalte de piezas permanentes. Los resultados mostraron que la bebida carbonatada produjo el mayor efecto erosivo, seguido por el néctar y el yogur, atribuyendo estas diferencias a las variaciones de pH y al tipo de ácido de las bebidas.¹⁷

MAY y WATERHOUSE (2003) realizaron un estudio en una muestra dividida en dos grupos: el primero de niños de 8-9 años de edad, y el segundo de púberes de 13-14 años. Se halló que los niños de 8-9 años aún preferían los refrescos de fruta, mientras que los púberes de 13-14 años preferían las bebidas carbonatadas.²⁶

VAN EYGEN y col (2005) investigaron, *in vitro*, el efecto de una bebida carbonatada con bajo pH sobre la superficie dental, a diferentes frecuencias de

ingesta y, además, compararon el efecto de esta bebida sobre las superficies vestibulares y palatinas. Los resultados mostraron que un periodo relativamente corto de ingesta de la bebida carbonatada podía causar una reducción en la microdureza superficial; que la frecuencia de la ingesta no es decisiva en la reducción de la microdureza superficial, y que las superficies palatinas no son más susceptibles que las vestibulares, a la erosión dental.¹⁸

SEOW y THONG (2005) realizaron un estudio *in vitro* con el objetivo de determinar el potencial erosivo sobre dientes permanentes humanos, de un grupo de bebidas comunes: jugo concentrado de limón (pH 2,1), *Coca Cola®* y *Pepsi®* (pH 2,3) y *Lucozade®* (pH 2,5). Después de 5 minutos de exposición, los resultados mostraron que todas las bebidas bajo estudio eran potencialmente erosivas, obteniéndose una reducción de la microdureza de casi el 50% en el caso del jugo concentrado de limón, y del 24% en el caso de la *Coca Cola®* y *Pepsi®*.¹⁹

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Erosión del esmalte dental

La erosión dental es una lesión adquirida causada por ácidos, sin intervención bacteriana, que destruye la superficie dentaria por eliminación relativamente rápida del esmalte.²⁷ La evolución, a veces, termina con la fractura dentaria; entonces las complicaciones pulpares suelen ser la consecuencia.²⁸

Aunque algunos estudios indican que no existe mayor predisposición de uno u otro tipo de esmalte a desarrollar lesiones erosivas, otras investigaciones han observado que el esmalte se erosiona con mayor rapidez en los dientes deciduos que en los permanentes. Esta observación pudiera ser atribuida a las reportadas diferencias de estructura y composición química de ambas denticiones. Por ejemplo, se encontró que las concentraciones de flúor son menores en el esmalte de dientes deciduos que en permanentes, formado bajo las mismas condiciones. También se observó una ligera mayor proporción de matriz orgánica en esmalte de dientes deciduos, así como un menor contenido de fosfato de calcio en deciduos que en permanentes⁹.

Según la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE), la erosión dental se codifica de la siguiente manera:

- 521.3 Erosión dental
 - 521.30 Erosión no especificada
 - 521.31 Erosión limitada al esmalte
 - 521.32 Erosión extendida a la dentina
 - 521.33 Erosión extendida a la pulpa
 - 521.34 Erosión localizada
 - 521.35 Erosión generalizada ²⁹

2.2.1.1 Desmineralización

En un medio neutro, el componente mineral del esmalte, la hidroxiapatita $[\text{Ca}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})^2]$, se encuentra en equilibrio con el entorno acuoso local, que

está saturado de iones $[\text{Ca}^{+2} \text{ ó } (\text{PO}_4)^{-3}]$. Pero cuando se llega a un pH de 5,5 (pH crítico para la hidroxiapatita), se inicia un proceso de disolución química del esmalte. En su nivel más simple, la disolución química del esmalte debe incluir la difusión de los reactantes (ácidos) hacia el sitio de la reacción (esmalte dental), seguida por la reacción (disolución) y por la difusión de los productos de la reacción, lejos del sitio en que se formaron.³⁰

La disolución del esmalte dental por el ácido, se produce como consecuencia de la reacción entre el ion hidrógeno (H^+) y los materiales inorgánicos del esmalte dental, que son, primordialmente, hidroxiapatita.³⁰

Una de las primeras descripciones cuantitativas del proceso fue hecha en 1962. Se preparó bloques de esmalte de incisivos humanos, los cuales fueron colocados en soluciones amortiguadoras de ácido láctico. Las velocidades iniciales de solubilidad se determinaron midiendo la concentración de los iones de calcio y fosfato en la solución y expresándola como gramos de esmalte disuelto/ cm^2 de área.²⁷

2.2.1.2 Remineralización

Aunque se ha indicado que las lesiones erosivas pueden ser remineralizadas gracias al papel de la saliva, no queda excluida la posibilidad de una pérdida irreversible de estructura dentaria.¹⁶

Los cristales de hidroxiapatita son susceptibles a la acción de los ácidos, constituyendo el sustrato químico que da origen a la caries y erosión dentales. Frente a una noxa, el esmalte reacciona con pérdida de sustancia y es incapaz de repararse; es decir, no se reconstruye, aunque puede haber remineralización.³¹

Es posible invertir el proceso de la desmineralización, si el pH es neutro y existen suficientes iones Ca^{+2} y $(\text{PO}_4)^{-3}$ en el entorno inmediato. Los productos de la disolución de la apatita pueden alcanzar la neutralidad mediante el tamponamiento o los iones Ca^{+2} y $(\text{PO}_4)^{-3}$ de la saliva, los cuales pueden inhibir el proceso de disolución mediante el efecto del ion común. Esto permite reconstruir los cristales de apatita parcialmente disueltos; es lo que se conoce

como remineralización. Es posible potenciar considerablemente esta interacción mediante la presencia de iones fluoruro en el lugar de la reacción.³¹

2.2.1.3 Mecanismo de desarrollo de la erosión dental

El proceso erosivo involucra el reblandecimiento del esmalte y una ligera pérdida mineral subsuperficial. Ambos son el resultado de la disolución del esmalte, la cual es difusión-controlada; y el coeficiente de difusión del calcio y fosfato a través del esmalte y en la solución acuosa, ha mostrado ser dependiente de la temperatura, incrementándose, con el aumento de la misma.⁹ El ácido produce una desmineralización de la matriz inorgánica con disolución de los cristales de hidroxiapatita debido a la unión del ion H del ácido con el ion calcio del esmalte, lo cual conlleva la pérdida del esmalte en todas las zonas que están en contacto con el ácido.

La erosión se produce por una pérdida superficial de minerales, a diferencia de la caries, en la que se produce una pérdida, en primera instancia, de una zona subsuperficial, alcanzando luego la superficie. Esto determina el tipo de pérdida mineral y la posibilidad de recuperación (como en la mancha blanca) o pérdida irreversible (como en la erosión) de estructura dental.³²

El mecanismo primario de la lesión es la descalcificación rápida por disolución química directa de los sectores terminales de los prismas adamantinos, inicialmente, y luego, de las capas más profundas del esmalte. La rapidez total del proceso dependerá del número y duración de los contactos químicos, así como de la naturaleza del ácido interviniente, según se ha visto.³³

La erosión del esmalte producida, por ejemplo, por el ácido cítrico, envuelve dos procesos: primero está la disolución de la hidroxiapatita, con formación de citrato de calcio. Segundo, la acción quelante (ligamiento del calcio) del ácido cítrico, el cual remueve iones de Ca^{+2} de la bebida y saliva en contacto con el esmalte; por esta razón, en ambas se reduce la saturación de Ca^{+2} con

respecto a la del esmalte, lo que resulta en un incremento en la tendencia a la disolución del esmalte debilitado por el efecto del ion común⁹.

2.2.1.4 Etiopatología

Son tres los factores que originan erosión dental:

A. Factores extrínsecos. Son ácidos que proceden del exterior del organismo. Entre ellos tenemos:

-Ácidos industrializados^{2,30,33,34}

En las zonas muy contaminadas, los ácidos industriales (como los ácidos clorhídrico, nítrico y sulfúrico) pueden viajar por el aire en forma gaseosa y desmineralizar todas las superficies dentarias, sobre todo, las superficies labiales de los dientes anteriores, especialmente en respiradores bucales. Generalmente, este tipo de erosión se observa en obreros que manipulan los ácidos cotidianamente durante su fabricación o en industrias químicas.³³

-Fármacos ácidos. (ácido clorhídrico, ácido acetilsalicílico, ácido ascórbico, salivas artificiales y estimulantes salivares, sistemas de blanqueamiento dental, algunos enjuagues bucales como la hexetidina, etc.)³⁵⁻³⁹

-Alimentos y bebidas ácidas. Existen diferentes bebidas y alimentos ácidos cuya ingestión frecuente puede causar problemas. Los ácidos orgánicos, especialmente el cítrico proveniente del limón, o el ácido acético, ingeridos en cantidades anormales, producen, aunque con menos intensidad y más lentamente, una erosión paulatina de los dientes. Por ejemplo, los refrescos de cola de pH bajo (incluidas las colas dietéticas), los cordiales y los zumos de frutas pueden producir erosión. No obstante, las diferencias individuales a la hora de consumir estos líquidos antes de tragarlos, pueden dar lugar a patrones muy distintos.^{13,19,39-41}

B. Factores intrínsecos. Son ácidos que proceden del interior del organismo, específicamente de los jugos gástricos, que llegan a la boca en forma de vómitos, regurgitación gástrica y reflujo gastroesofágico.^{42,43}

C. Factores idiomáticos⁴²

2.2.1.5 Factores predisponentes de la erosión

A. Xerostomía. La saliva desempeña un papel muy importante en la protección de los dientes frente a los ácidos. La evidencia clínica más convincente es el cambio espectacular y repentino que puede sufrir la estructura dental como consecuencia de la pérdida repentina de la saliva. Los factores extrínsecos e intrínsecos producen mayores efectos cuando está mermado el flujo salivar. La capacidad tamponadora de la saliva, proporcionada por el bicarbonato salivar, constituye la mejor defensa contra la caries y la erosión, haciendo frente al ataque de los ácidos.³¹

B. Hábitos alimenticios

a)Factores conductuales

-Abuso en el consumo de bebidas ácidas.

-Hábitos inusuales al comer, tragar o deglutir los alimentos, que aumentan la exposición a los ácidos, como mantener por más tiempo de lo necesario, las bebidas ácidas que se están ingiriendo.

-Consumo de bebidas ácidas antes de dormir.⁴¹

b)Estilo de vida saludable

-Dietas saludables, con mayor consumo de frutas y vegetales.

-Consumo de bebidas deportivas⁴¹

c)Regímenes dietéticos

-Dietas para bajar de peso, que incluyen jugos de frutas y frutas ácidas como la toronja.⁴¹

2.2.1.6 Características clínicas y diagnóstico clínico

En la erosión generalizada, puede verse afectada toda la corona del diente hasta dejar al descubierto la dentina. A partir de ese momento, la

reducción dental se acelera debido a que la dentina es, comparativamente, más blanda.²⁶ La erosión puede provocar una pérdida tan intensa, que en ocasiones se visualiza una mancha rosada a través de la estructura restante.⁴⁴

Tal como en la abrasión, cuando la erosión progresa rápidamente, el esmalte desaparece, lo que origina un aspecto excavado; y la dentina es, con frecuencia, mucho más sensible. No obstante, con la detención del proceso, la sensibilidad dentinaria puede disminuir e incluso desaparecer como consecuencia de la formación de dentina esclerótica y reparadora. En ciertas situaciones, la erosión progresa en forma de cuña, debilitando los dientes, y siendo causa de posibles fracturas.³⁴ Cuando los dientes restaurados sufren erosión, las restauraciones se aprecian prominentes, debido al desgaste progresivo de la estructura dentaria. Al proceso de erosión, se pueden sumar la abrasión, la atrición o ambas, acentuando la reducción y causando posible confusión durante el diagnóstico.^{34,40}

Si los ácidos de la dieta son los causantes, entonces se verá afectado cualquier punto de las superficies vestibulares, especialmente de los dientes anterosuperiores, más expuestos al primer contacto con ácidos exógenos.^{39,40}

2.2.1.7 Anatomía patológica

El examen con lupas y con microscopía electrónica de barrido muestra, en la superficie poco erosionada, la saliencia aumentada de rugosidades naturales como las periquematías cervicales y las cabezas de los prismas. Pero en etapas posteriores más graves, estas estructuras se borran, quedando sólo una superficie anfractuosa, expuesta al medio bucal.

La microscopía óptica permite observar una banda uniforme de descalcificación, paralela a la superficie y de poca profundidad. Es raro que una erosión generalizada progrese hasta la dentina, salvo en niños donde el espesor del esmalte primario es muy poco. En general y a diferencia de la caries, no existen

zonas de profundización específica de la descalcificación, siguiendo las líneas de mayor capacidad de la matriz orgánica en el esmalte.³³

2.2.1.8 Prevención y tratamiento

Es necesario precisar que las erosiones producidas sobre los dientes, no son el resultado del uso habitual o normal de los alimentos o sustancias ácidas, sino de su empleo excesivo y durante largos períodos de tiempo.³⁹

Al igual que en el caso de la abrasión, el tratamiento de la erosión consiste en la identificación y la eliminación del agente causal. Si es consecuencia de vómitos crónicos de origen psicógeno, se debe prescribir un enjuague diario con fluoruro durante el tratamiento de asesoramiento. Si se desconoce la causa, el tratamiento consistirá, únicamente, en la restauración del defecto para prevenir mayores daños, la posible exposición de la pulpa y los problemas estéticos consiguientes.⁴⁴

Los procesos erosivos se agudizan si se cepillan los dientes mientras sigue quedando ácido en la boca. Esto se debe a que la desmineralización de la estructura dental priva de iones minerales a la matriz orgánica de la dentina o el esmalte. En ese momento, el cepillado dental elimina la subestructura orgánica y no se puede producir remineralización. Sin embargo, si no se cepillan los dientes durante las 2-3 horas posteriores a la ingestión del ácido, tendrán la oportunidad de remineralizarse adecuadamente, gracias a los iones de calcio y fosfato de la saliva y no se producirá ninguna pérdida permanente de estructura dental. Por consiguiente, lo más lógico es aconsejar al paciente que se cepille los dientes antes de ingerir bebidas o alimentos ácidos y, posiblemente, en las situaciones crónicas como las de los enólogos profesionales, que utilicen también un enjuague fluorado, pues el uso frecuente de enjuagues bucales fluorados (aplicados por un profesional o por el propio paciente, en su casa) ayuda a reducir el daño.^{31,44,39} Tras ingerir el ácido, bastará con lavarse la boca con agua vigorosamente para eliminar los restos de ácido y esperar unas tres

horas para cepillarse los dientes. Por supuesto, no es probable que estos consejos puedan reavivar la actividad cariosa ya que, si falta la placa madura, no se podrán producir caries, sin importar si la placa se elimina antes o después de comer.³¹

Cuando se empieza el tratamiento de la erosión, se debe abandonar el uso de cepillos con cerdas duras y dentífricos con abrasivos potentes, ya que favorecen el proceso.³⁴

2.2.1.9 Métodos de valoración de la erosión

La erosión puede valorarse de varias formas:

- Mediante la observación clínica de las lesiones y utilización de índices (como el de Smith and Knight modificado, el de O'Sullivan, etc.).⁵⁴
- Utilizando la microscopía electrónica de barrido.^{6,45}
- Mediante microradiografía transversa.^{9,46,47}
- A través la medición de la microdureza superficial del esmalte dental.^{8,13,17,18, 20,24,48}
- Mediante la prueba de permeabilidad del yoduro.⁴⁹
- Por medios químicos, a través de la medición de la cantidad de fosfato y calcio liberados del esmalte dental en un medio líquido, con una prueba denominada fotoespectrometría de absorción atómica^{13,16,14,48-50}, etc.

A) Fotoespectrometría de absorción atómica (EAA)

Principio del método

Probablemente, en algún momento, todos han observado la luz amarilla característica emitida cuando una pequeña cantidad de sales de sodio se introduce dentro de una flama. Esta radiación emitida (característica para cada elemento sometido a la flama) presenta determinada intensidad, que se traducirá en la concentración del elemento en la sustancia bajo estudio. Ambas, tanto la intensidad de la

luz emitida, como la concentración de tal elemento, forman la base de la fotometría de la flama.⁵¹

A la temperatura de una flama normal de aire-acetileno (o similar), sólo una fracción muy pequeña de todos los átomos es excitada para emitir radiación; el 99% permanece sin excitar y sólo absorbe la luz. Por lo tanto, la cantidad de luz absorbida por los átomos del elemento analizado, es, virtualmente, una medida absoluta del número de átomos que se hallan en la sustancia expuesta a la flama; y, en consecuencia, también lo es de la concentración del elemento contenido en la sustancia bajo estudio.^{51,52}

Sin embargo, existen límites de detectabilidad con este método. Para el caso del Calcio, se tiene un límite de detectabilidad de 0.08 ug/ml para una línea de resonancia de 422.7 mu y una fuerza del oscilador de 2.27.⁵¹

El número de átomos capaces de absorber cualquier luz transmitida, de una longitud de onda apropiada, es proporcional al producto de la concentración de estos átomos en la flama y la longitud del trayecto de la luz a través de la flama.

La relación entre la absorción integrada y los parámetros operantes, está dada por la expresión siguiente:

$$\int K_v dv = (\pi e^2 / m c) N_0 f$$

Donde:

K_v: coeficiente de absorción

e: carga electrónica

c: velocidad de la luz

N₀: número de átomos del metal/cm³, capaces de absorber la radiación de la frecuencia (v).

v: frecuencia

f: fuerza del oscilador (número promedio de electrones por átomo, capaz de ser excitado por la radiación incidente).⁵¹

Diseño de un fotómetro de flama de absorción

Un fotómetro de flama está formado, esencialmente, por seis partes:

- 1)Reguladores de la presión del gas combustible y medidores del flujo de este gas.
- 2)El atomizador, que se encarga de introducir la muestra en la flama, a una velocidad estable y reproducible.
- 3)El quemador, cuya función es proporcionar el combustible y el oxígeno (o aire) a presión constante, para producir una flama estable.
- 4)El sistema óptico, que tiene 3 funciones:
 - Colectar la luz de la parte más estable de la flama
 - Volver monocromática la luz colectada
 - Enfocar la luz monocromática en la superficie de un detector fotosensible.
- 5)El detector fotosensible; por ejemplo, una pila fotoeléctrica.
- 6)El instrumento que registra el rendimiento del detector fotosensible; por ejemplo, un galvanómetro de punto de luz.^{51,52}

2.2.2 Bebidas industrializadas

La industria de las bebidas se compone de dos categorías principales y ocho subgrupos.

La categoría de las bebidas sin alcohol comprende: los jarabes de bebidas refrescantes, las bebidas refrescantes, los zumos de frutas, la industria del café y la industria del té.

La categoría de las bebidas alcohólicas incluye los licores destilados, el vino y la cerveza.⁵³

Se denominan bebidas refrescantes al grupo que incluye a las bebidas o refrescos carbonatados y no carbonatados que no contiene alcohol.

Bebidas Suaves

La definición legal de bebida suave corresponde a:

Cualquier líquido destinado a la venta como bebida para consumo humano, diluido o no, e incluye:

- Bebidas refrescantes: cualquier bebida de frutas, agua de soda, agua tónica y cualquier bebida carbonatada, endulzada artificialmente, con o sin sabor.
- Cerveza de jengibre y cualquier brebaje elaborado a base de hierbas o botánico.⁵³

Bebidas Carbonatadas

Con el objeto de ubicar a las bebidas carbonatadas (o bebidas gaseosas), se parte de la definición de bebidas suave como grupo que contiene a las bebidas gaseosas.

Son bebidas generalmente endulzadas, saborizadas, acidificadas y cargadas con dióxido de carbono (CO₂). Este nombre fue derivado del método original de cargar el agua con dióxido de carbono preparado del bicarbonato de sodio o carbonato de sodio.

Las bebidas carbonatadas corresponden a la primera categoría de la definición presentada de bebidas suaves. Específicamente, comprende las siguientes clases de bebidas:

- Aguas Minerales, naturales o artificiales (p.e., Agua de Soda).
- Bebidas endulzadas carbonatadas saborizadas.
- Bebidas de frutas y vegetales, endulzadas y carbonatadas.
- Agua Tónica.

- Preparaciones carbonatadas elaboradas a base de extractos.⁵³

A) Composición

Los ingredientes de las bebidas carbonatadas son:

-Agua tratada

-Dióxido de carbono

-Jarabe que contiene aromatizantes como zumo de frutas, esencias, extractos de hortalizas y nueces, extractos de hierbas.

-Azúcares como jarabe de glucosa, jarabe de maíz con alto contenido de fructosa, edulcorante de alta intensidad como sacarina, aspartame y acesulfame y edulcorantes masivos como sorbitol y manitol.

-Acidulantes, los más usados son el ácido ascórbico, ácido cítrico, ácido láctico, ácido maleico, ácido tartárico, ácido acético y el ácido fosfórico. El sabor y calidad de las bebidas carbonatadas no alcohólicas son dependientes, en alguna medida, de la cantidad y característica del ácido, el cual que le proporciona sabor y acidez.

-Colorantes: tartracina, amarillo quinolina, amarillo crepúsculo, etc.

-Conservantes como ácido benzoico, parabenos, ácido ascórbico y dióxido de azufre.

-Antioxidantes, que pueden ser ácidos ascórbico, hidroxianizol butilado, hidroxitolueno butilado, palmitato de ascorbilo y sus sales y tocoferoles naturales y sintéticos.

-Emulsionantes, estabilizantes, espesantes y espumantes.⁵³

La eliminación del gas de las bebidas carbonatadas, disminuye el efecto disolutivo de éstas, pero esta variación no es significativa, por lo que se deduce que el dióxido de carbono de las bebidas no es *per se*, un elemento relevante en el desarrollo de erosión dental, siendo los acidulantes, sus fundamentales causantes.¹⁶

Pueden ser cítrico, tartárico, fosfórico, láctico; otros menos empleados málico, acético, adípico, fumárico. En cuanto a las concentraciones: 0,9% de tartárico, 0,6 de málico, 0,3 de láctico, 0,7 de fosfórico. Para obtener una bebida de calidad no es necesario alcanzar estas concentraciones. El ácido cítrico es muy soluble en agua, se mantiene muy bien en solución. El tartárico se encuentra en la naturaleza como sal ácida de potasio, muy soluble en agua, se utiliza mezclado con el ácido cítrico. El láctico se emplea cuando se pretende conseguir sabores suaves y prolongados. Se exige que sea muy puro y casi siempre mezclado con cítrico.

El fosfórico es el más fuerte utilizado en industria en forma diluida, su máxima aplicación es en bebidas tipo cola.¹⁶

2.3 Planteamiento del problema

La abrumadora campaña publicitaria en favor del consumo masivo de bebidas industrializadas (bebidas gaseosas, néctares, refrescos, etc.), las presenta como una alternativa rápida, efectiva y barata para satisfacer la sed y resolver el problema de la lonchera de los niños en etapa escolar. Anualmente se consumen en el mundo billones de galones, sobre todo en los sectores más jóvenes de la población^{1,2}, generándose defectos erosivos en la superficie del esmalte, ampliamente fundamentados en trabajos de investigación²⁻²⁴. Se han registrado diversos factores causales y coadyuvantes en relación con el tema, con resultados concluyentes y consensuales, a excepción de la susceptibilidad los dientes deciduos frente a los permanentes y la frecuencia de exposición a la bebida, cuyos resultados son contradictorios⁵⁻¹².

En tal sentido, la presente investigación consiste en establecer la cantidad de calcio perdido por el esmalte en la dentición mixta, por consumo frecuente de una bebida ácida.

2.4 Justificación

Plantear una adecuada campaña en la sociedad, especialmente en los sectores más expuestos al consumo frecuente de estas bebidas, con la finalidad de informar sobre los efectos perjudiciales las mismas en la salud oral.

2.5 Objetivos de la investigación:

2.5.1 Objetivo general

-Determinar la relación existente entre la frecuencia de exposición de la dentición mixta a una bebida carbonatada ácida y la pérdida del calcio en el esmalte dentario.

2.5.2 Objetivos específicos

-Determinar la cantidad de calcio perdido por el esmalte de la dentición mixta, por 1 exposición diaria de 5 minutos a bebida carbonatada ácida, durante un período de 5 días.

-Determinar la cantidad de calcio perdido por el esmalte de la dentición mixta, por 3 exposiciones diarias de 5 minutos a bebida carbonatada ácida, durante un período de 5 días.

-Determinar la cantidad de calcio perdido por el esmalte de la dentición mixta, por 6 exposiciones diarias de 5 minutos a bebida carbonatada ácida, durante un período de 5 días.

2.6 Hipótesis:

2.6.1 Hipótesis General

Existe relación directa entre la frecuencia de exposición a una bebida carbonatada ácida y la pérdida de calcio en el esmalte dentario de la dentición mixta.

2.6.2 Hipótesis Operacionales

1. Existe diferencia significativa en la cantidad de calcio liberado del esmalte de dentición mixta, al ser sometido a la acción de una bebida carbonatada ácida, con frecuencias de 1 y 3 veces al día.
2. Existe diferencia significativa en la cantidad de calcio liberado del esmalte de dentición mixta, al ser sometido a la acción de una bebida carbonatada ácida, con frecuencias de 3 y 6 veces al día.
3. Existe diferencia significativa en la cantidad de calcio liberado del esmalte de dentición mixta, al ser sometido a la acción de una bebida carbonatada ácida, con frecuencias de 1 y 6 veces al día.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Tipo de estudio

Es un estudio experimental (se manipula el agente causal, para obtener un efecto posterior), prospectivo (se registra la información según van ocurriendo los fenómenos), longitudinal (estudia una o más variables a lo largo de un período).

El estudio se realizó en la Unidad de Servicios de Análisis Químicos (USAQ) de la Facultad de Química e Ingeniería Química de la UNMSM.

3.2 Muestra:

La selección de la muestra fue en base a un muestreo no probabilístico, por conveniencia. Fueron elegidos en total 42 dientes (21 premolares permanentes jóvenes y 21 caninos deciduos), extraídos por indicación clínica, completamente sanos, libres de caries, restauraciones y malformaciones de estructura dentaria. A partir de estos 42 dientes se elaboraron 42 especímenes para la experimentación, distribuidos en 4 grupos: 10 especímenes en el grupo A, 10 en el grupo B, 10 en el grupo C y 12 en el grupo control.

3.2.1 Criterios de inclusión

- Dientes extraídos por indicación clínica
- Libres de caries, manchas blancas o pardas.
- Libres de restauraciones
- Sin malformaciones de forma o estructura dentaria.
- Sin antecedentes de fluorizaciones en los últimos 6 meses.

3.3 Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE

Frecuencia de exposición del esmalte a la bebida carbonatada ácida

VARIABLE DEPENDIENTE

Pérdida de calcio en el esmalte

| VARIABLE 1: FRECUENCIA DE EXPOSICIÓN DEL ESMALTE A LA BEBIDA CARBONATADA ÁCIDA | | |
|--|-------------------------------------|---|
| DEFINICIÓN CONCEPTUAL | INDICADOR | ESCALA |
| Número de exposiciones del diente a una bebida en un determinado tiempo de contacto, y se expresa como número de veces en un periodo de tiempo ²⁷ . | N° de ml de bebida ácida / 5 días | 1 vez / día 3 veces / día 6 veces / día |
| VARIABLE 2: PÉRDIDA DE CALCIO EN EL ESMALTE | | |
| DEFINICIÓN CONCEPTUAL | INDICADOR | ESCALA |
| Liberación del calcio del esmalte por disolución de la hidroxiapatita ²⁷ . | N.° de μg de Ca disuelto | Razón o proporción |

3.4 Materiales e Instrumentos

- Fichas
- Útiles de escritorio
- Papel toalla
- Cámara fotográfica
- ®Película fotográfica Kodak
- PHmetro
- Mascarillas descartables
- Guantes descartables
- Cepillo dental
- Detergente
- Etiquetas de colores amarillo, rojo, verde y azul
- Pieza de mano de alta velocidad
- Fresas de diamante (fisura de grano grueso)
- Cronómetro
- Destapador
- Recipientes de plástico de boca ancha
- Botellas grandes de plástico
- Dosificador para 20ml
- Solución fisiológica isotónica
- Bebidas gaseosas envasadas
- Dientes deciduos y permanentes
- Polímero rosado autopolimerizable Vitacryl
- Monómero transparente autopolimerizable Vitacryl
- Polímero transparente autopolimerizable Vitacryl
- Monómero azul autopolimerizable Vitacryl
- Dosificador de 20ml
- Vaso dappen
- Cera base

- Espátulas N.º 7 y N.º 32
- Lecrón
- Pinzas
- Procesador de texto Microsoft Word 2000
- Hoja de Cálculo Microsoft Excel 2000
- Computadora Pentium IV

3.5 Métodos:

3.5.1 Procedimientos y técnicas

FASE PRELIMINAR

- Se realizó una encuesta a 180 niños de 6 a 11 años de edad en diferentes distritos de la ciudad de Lima, para conocer cuál es la bebida industrializada de mayor consumo, la misma que será utilizada en el presente estudio.
- Los dientes (21 caninos deciduos y 21 premolares permanentes jóvenes) extraídos por indicación clínica, fueron recolectados en un periodo de un mes y estaban libres de caries dental, manchas blancas, malformaciones o alteraciones estructurales, restauraciones, fracturas, exposiciones dentinarias o fluorizaciones realizadas en los seis últimos meses. Inmediatamente después de ser extraídos, se realizó la limpieza de los dientes, removiendo los tejidos blandos remanentes con ayuda de una cureta periodontal, esponja, detergente y agua común. A continuación, fueron enjuagados con agua común y secados con papel absorbente.
- Toda la muestra fue esterilizada en autoclave (121 °C, 1atm, durante 15 minutos) para eliminar el riesgo de infecciones en las personas que manipularon los dientes. Después fue almacenada en solución fisiológica isotónica (para reducir al máximo posibles alteraciones microestructurales y la deshidratación de la muestra), a una temperatura

de -4°C , con recambios semanales para evitar la proliferación microbiana.

- Antes del experimento, fueron separadas la raíz o raíces de la corona dental con instrumento de corte de alta velocidad, utilizando fresas fisura de diamante (sólo las coronas se usarán en el experimento). Luego se cubrió cualquier superficie diferente al esmalte coronal (dentina seccionada y cemento que hubiera quedado aún) conacrílico rosado autopolimerizable, habiendo antes aislado con cera rosada el esmalte coronal próximo al límite amelocementario (LAC) para evitar que elacrílico lo invadiera; de esta forma, sólo quedó expuesto el esmalte de la corona dental a partir del LAC. Luego, a través delacrílico antes colocado, se fijaron los dientes en una base plana -también deacrílico- y de forma cuadrada de 15x15mm, para estabilizarlos; uniéndose a esta base, de forma perpendicular, un mango deacrílico que facilitó la manipulación y traslado de los dientes.
- Los 42 dientes (21 deciduos y 21 permanentes) fueron divididos en 3 grupos experimentales de 10 dientes cada uno (5 deciduos y 5 permanentes), y un grupo control de 12 dientes (subdividido en 3 grupos de 4 dientes cada uno –2 deciduos y 2 permanentes-). De esta forma, se tuvo: el grupo A (para la frecuencia de 1 exposición diaria), el grupo B (para la frecuencia de 3 exposiciones diarias), el grupo C (para la frecuencia de 6 exposiciones diarias) y el grupo D (como control). A su vez, el grupo D se subdividió en: grupo Da (control para la frecuencia de 1 exposición diaria), grupo Db (control para la frecuencia de 3 exposiciones diarias) y el grupo Dc (control para la frecuencia de 6 exposiciones diarias). Tanto los frascos para la experimentación como los de almacén tenían una etiqueta de un color específico para cada grupo: para el grupo A, etiqueta amarilla; para el grupo B, etiqueta roja; para el grupo C, etiqueta verde; y para el grupo D, etiqueta azul. Adicionalmente, en la base deacrílico de cada diente figuraba el mismo

código de su correspondiente frasco, escrito con lapicero indeleble de color azul.

- Las bebidas ácidas adquiridas para el experimento, pertenecieron a un mismo lote, para evitar cualquier variación en la acidez y en la concentración de iones de Ca de las bebidas. Todos los envases de un mismo lote de producción se identifican con un código o clave de producción, lo cual fue verificado. Posteriormente, se realizó la medición del pH de la bebida a utilizar.

FASE EXPERIMENTAL

- Cada diente de los cuatro grupos de estudio fue sumergido, a T° ambiente, en 20ml de bebida gaseosa, recién abierta, contenida en un recipiente de plástico individual. Los dientes de cada grupo fueron sumergidos al mismo tiempo y retirados de igual manera. Se sumergieron de acuerdo a las diferentes frecuencias y horarios establecidos, tal como se muestra en el anexo 02. De esta forma, los dientes del grupo A (1 exposición diaria) fueron expuestos sólo a las 8am; los dientes del grupo B (3 exposiciones diarias) fueron expuestos a las 8am, 1pm y 6pm. Los dientes del grupo C (6 exposiciones diarias) fueron expuestos a las 8am, 10am, 12m, 2pm, 4pm y 6pm. Los dientes del grupo control (con sus subgrupos Da, Db, Dc) fueron expuestos únicamente en solución fisiológica isotónica, de acuerdo a las frecuencias y horarios de los grupos A, B y C.
- Cada exposición tuvo una duración total de 5 minutos. Se sumergieron los dientes en los 20 ml de bebida carbonatada ácida, siendo retirados al finalizar este tiempo, enjuagados manualmente con agua común y secados con papel absorbente, y almacenados, a continuación, en solución fisiológica isotónica, a T° ambiente, hasta que debiera posteriormente reiniciarse el procedimiento. A continuación, los 20ml de la bebida ácida ya utilizados, fueron trasladados y almacenados en un

frasco de plástico rotulado y herméticamente sellado, específico para cada diente (El rotulado: Grupo A, diente 1; Grupo B, diente 5; Grupo Da, diente 4, etc.). De esta forma, al finalizar los 5 días para cada grupo del experimento, el grupo A tenía 10 frascos, cada uno con 100ml de la bebida de exposición. El grupo B tenía 10 frascos, cada uno con 300ml de la bebida de exposición. El grupo C tenía 10 frascos, cada uno con 600ml de la bebida de exposición. El grupo D tenía 4 frascos con 100ml de solución fisiológica isotónica cada uno (para el subgrupo Da), 4 frascos con 300ml cada uno (para el subgrupo Db) y 4 frascos con 600ml cada uno (para el subgrupo Dc). Por lo tanto, la cantidad de calcio liberado, valorada para cada diente de la muestra, corresponde a la cantidad unitaria total producida al finalizar los días del experimento y no diariamente.

- Finalizado el experimento, en el Laboratorio de Química, 10ml de bebida carbonatada ácida (blanco) recién abierta fueron sometidos a una prueba de fotospectrometría de absorción atómica de calcio para evaluar si existía alguna proporción de calcio dentro de su composición química original. Este contenido de calcio fue restado del calcio que se halló en las bebidas carbonatadas donde se expuso la muestra.

Posteriormente y una a una, todas las bebidas fueron extraídas de los frascos de almacén y se sometieron a una prueba de fotospectrometría de absorción atómica de calcio, mediante la cual se determinó la cantidad total (por frasco) de calcio en las bebidas.

3.5.2 Recolección de datos

Los 5 valores de concentración del calcio en cada frasco se registraron en una ficha Ad-hoc (Anexo 02).

- **Análisis Estadísticos de los datos**

Fue utilizada la Prueba U de Mann Whitney, por ser no paramétrica. Los niveles de significancia escogidos en todas las pruebas estadísticas fueron de 0,05.

IV. RESULTADOS

4.1) PRUEBAS ESTADÍSTICAS ENTRE LOS CONTROLES

A) UNA EXPOSICION – TRES EXPOSICIONES

Los resultados de la prueba de Mann-Whitney demuestran que existen diferencias significativas (importantes) entre el grupo de dientes utilizados como control de los dientes expuestos una vez a la bebida, con respecto a los dientes usados como control para el grupo de dientes expuestos tres veces. Los resultados obtenidos con el software SPSS se muestran a continuación:

| Estadísticos de contraste ^b | |
|---|---|
| | Cantidad de microgramos de calcio en el diente |
| U de Mann-Whitney | ,000 |
| W de Wilcoxon | 10,000 |
| Z | -2,309 |
| Sig. asintót. (bilateral) | ,021 |
| Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)] | ,029 ^a |

a. No corregidos para los empates.

b. Variable de agrupación: Grupo

La tabla anterior muestra el resultado de la prueba de Mann-Whitney, con su respectivo nivel de significancia (su p-valor es de 0.021) al ser menor que 0.05 nos permite concluir que existen diferencias entre los grupos.

La tabla siguiente, muestra que el rango promedio para los controles de una exposición tienen un nivel menor que los utilizados como control de los expuestos tres veces.

Rangos

| Grupo | | N | Rango promedio | Suma de rangos |
|--|-------------------------------------|---|----------------|----------------|
| Cantidad de microgramos de calcio en el diente | Control - Una exposición diaria | 4 | 2,50 | 10,00 |
| | Control - Tres exposiciones diarias | 4 | 6,50 | 26,00 |
| | Total | 8 | | |

B) TRES EXPOSICIONES – SEIS EXPOSICIONES

Los resultados de la prueba de Mann-Whitney demuestran que existen diferencias significativas (importantes) entre el grupo de dientes utilizados como control de los dientes expuestos tres veces a la bebida, con respecto a los dientes usados como control para el grupo de dientes expuestos seis veces. Los resultados obtenidos con el software SPSS se muestran a continuación:

Estadísticos de contraste ^b

| | Cantidad de microgramos de calcio en el diente |
|-----------------------------------|---|
| U de Mann-Whitney | 1,000 |
| W de Wilcoxon | 11,000 |
| Z | -2,021 |
| Sig. asintót. (bilateral) | ,043 |
| Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)] | ,057 ^a |

a. No corregidos para los empates.

b. Variable de agrupación: Grupo

La tabla anterior muestra el resultado de la prueba de Mann-Whitney (la estadística U tiene el valor de 1.0), con su respectivo nivel de significancia (su p-valor es de 0.043) al ser menor que 0.05 nos permite concluir que existen diferencias entre los grupos.

La tabla siguiente, muestra que el rango promedio para los controles de tres exposiciones tienen un nivel menor que los utilizados como control de los expuestos seis veces.

Rangos

| | Grupo | N | Rango promedio | Suma de rangos |
|---|------------------------------------|---|----------------|----------------|
| Cantidad de microgramo de calcio en el diente | Control - Tres exposiciones diaria | 4 | 2,75 | 11,00 |
| | Control - Seis exposiciones diaria | 4 | 6,25 | 25,00 |
| | Total | 8 | | |

C) UNA EXPOSICION – SEIS EXPOSICIONES

Los resultados de la prueba de Mann-Whitney demuestran que existen diferencias importantes entre el grupo de dientes utilizados como control de los dientes expuestos una vez a la bebida, con respecto a los dientes usados como control para el grupo de dientes expuestos seis veces. Los resultados obtenidos con el software SPSS se muestran a continuación:

| Estadísticos de contraste ^b | |
|--|--|
| | Cantidad de microgramos de calcio en el diente |
| U de Mann-Whitney | ,000 |
| W de Wilcoxon | 10,000 |
| Z | -2,309 |
| Sig. asintót. (bilateral) | ,021 |
| Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)] | ,029 ^a |

a. No corregidos para los empates.

b. Variable de agrupación: Grupo

La tabla anterior muestra el resultado de la prueba de Mann-Whitney, con su respectivo nivel de significancia (su p-valor es de 0.021) al ser menor que 0.05 nos permite concluir que existen diferencias entre los grupos.

La tabla siguiente, muestra que el rango promedio para los controles de una exposición tienen un nivel menor que los utilizados como control de los expuestos seis veces.

| Rangos | | | | |
|--|-------------------------------------|---|----------------|----------------|
| Grupo | | N | Rango promedio | Suma de rangos |
| Cantidad de microgramos de calcio en el diente | Control - Una exposición diar | 4 | 2,50 | 10,00 |
| | Control - Seis exposiciones diarias | 4 | 6,50 | 26,00 |
| | Total | 8 | | |

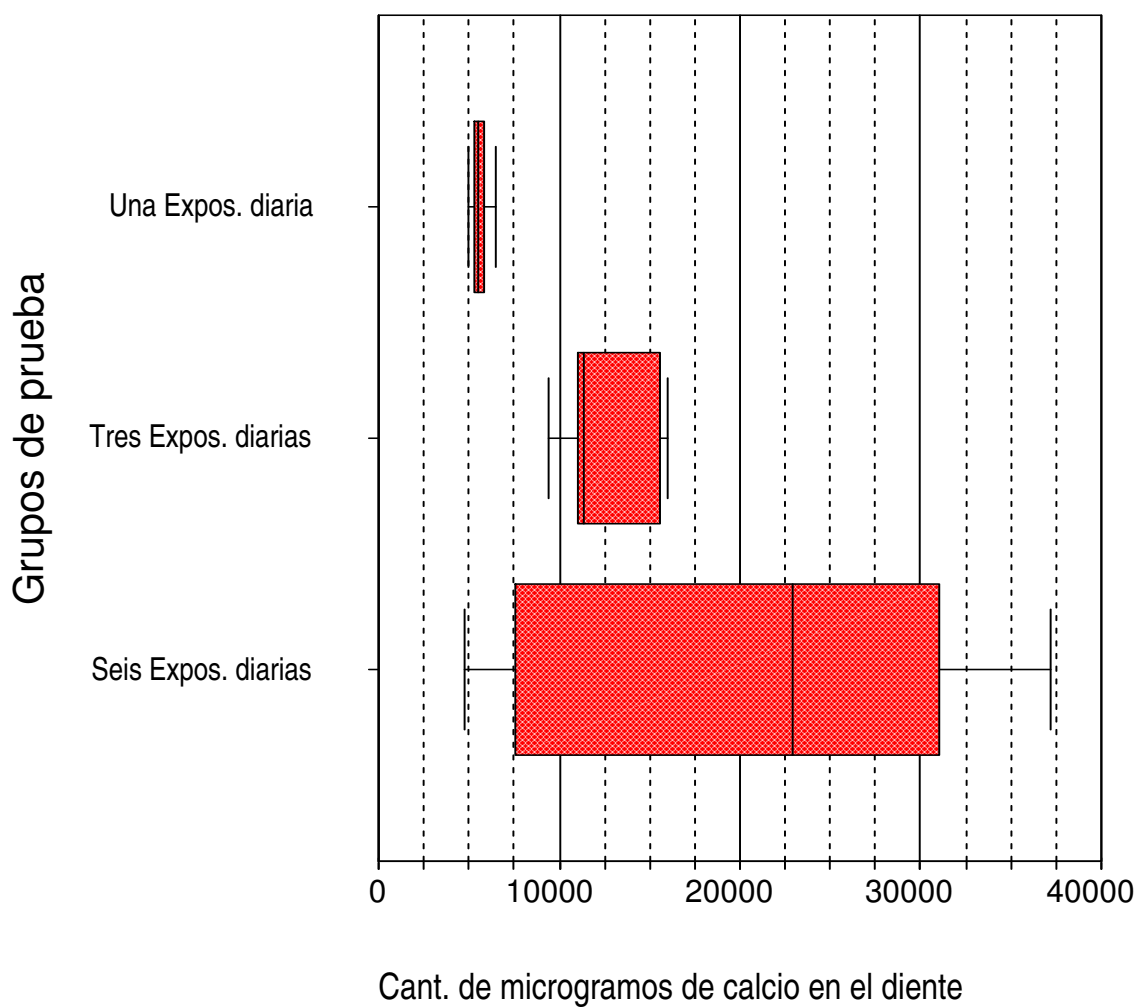
CONCLUSIÓN DE LOS CONTRASTES ENTRE LOS CONTROLES

De las pruebas anteriores se puede concluir que los dientes utilizados para los controles en una, tres y seis exposiciones presentaron pérdidas de calcio con niveles promedios (en microgramos) significativamente distintos.

4.2) RESULTADOS ENTRE GRUPOS DE PRUEBA

A) GRÁFICO DE CAJAS

En el siguiente grafico se muestran las distribuciones de las exposiciones a la bebida carbonatada ácida. En este grafico se puede observar (de manera referencial), los percentiles, así como los valores mínimo y máximo para cada grupo.



Esta tabla muestra de manera complementaria los valores que en el gráfico anterior se tomaron como referenciales.

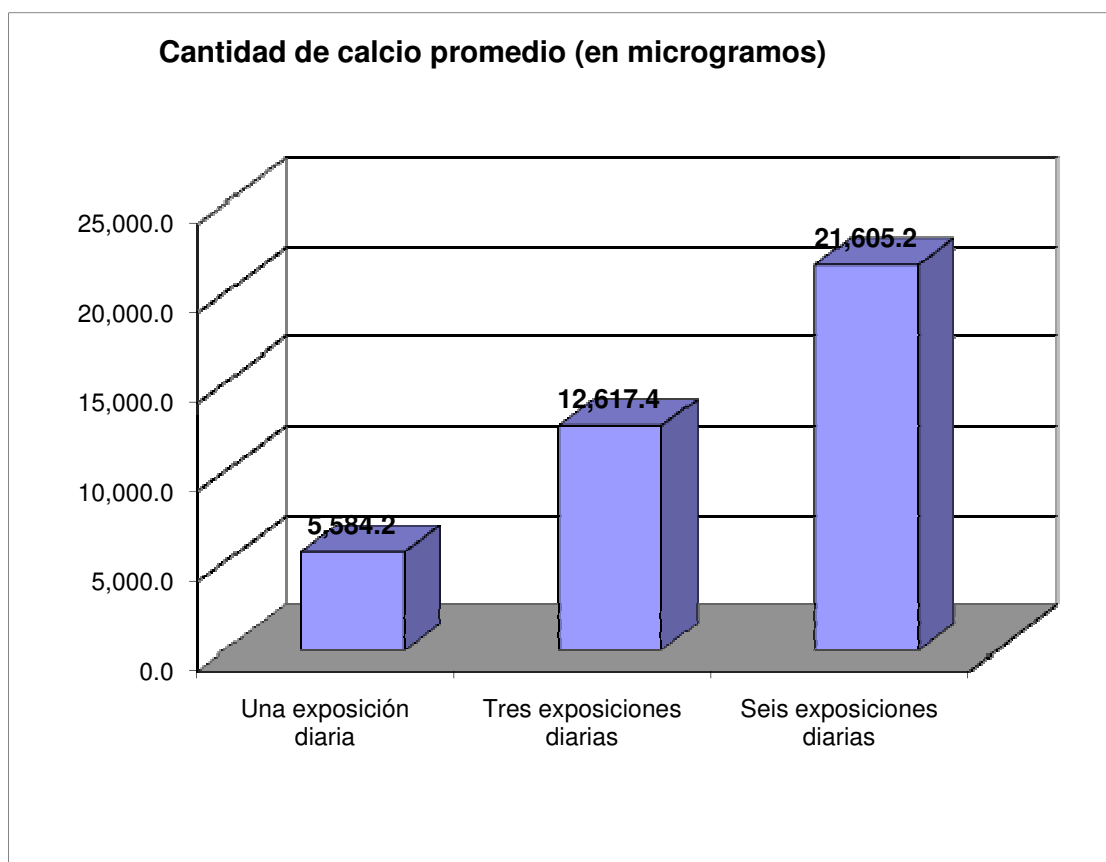
| | Mínimo | Percentil 25 | Mediana | Percentil 75 | Máximo |
|-----------------------------|--------|--------------|---------|--------------|--------|
| Grup. Una exposición diaria | 4944 | 5250 | 5466 | 5909 | 6513 |
| Tres exposiciones diarias | 9423 | 10745 | 11393 | 15546 | 15954 |
| Seis exposiciones diarias | 4716 | 7434 | 22946 | 32568 | 37218 |

2. PROMEDIOS Y GRAFICOS DE MEDIAS

La siguiente tabla muestra los promedios de microgramos de calcio en cada grupo de exposición.

| Grupos | Media |
|---------------------------|----------|
| Una exposición diaria | 5.584,2 |
| Tres exposiciones diarias | 12.617,4 |
| Seis exposiciones diarias | 21.605,2 |

La gráfica que a continuación se presenta, muestra los valores promedios de manera didáctica. En ella se observa que en el grupo de seis exposiciones la cantidad promedio de microgramos de calcio es de 21, 605; el cual es superior a los encontrados en los grupos de tres exposiciones y el de una exposición diaria.



3. PRUEBAS ESTADÍSTICAS ENTRE LOS GRUPOS DE PRUEBA

A) UNA EXPOSICIÓN – TRES EXPOSICIONES

Los resultados de la prueba de Mann-Whitney demuestran que existen diferencias significativas (importantes) entre el grupo de dientes expuestos una vez a la bebida, con respecto a los dientes expuestos tres veces. Los resultados obtenidos con el software SPSS se muestran a continuación:

| Estadísticos de contraste ^b | |
|--|---|
| | Cantidad de microgramos de calcio en el diente |
| U de Mann-Whitney | ,000 |
| W de Wilcoxon | 55,000 |
| Z | -3,780 |
| Sig. asintót. (bilateral) | ,000 |
| Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)] | ,000 ^a |

a. No corregidos para los empates.

b. Variable de agrupación: Grupo

En el resultado anterior se observa la prueba de Mann-Whitney (la estadística U tiene el valor de 0.0), El respectivo nivel de significancia es de 0.0(p-valor), al ser menor que 0.05 nos permite concluir que existen diferencias importantes entre los grupos.

La tabla siguiente, complementa el resultado anterior, en el se muestra que el rango promedio para una exposición diaria tienen un nivel promedio menor que los expuestos tres veces.

Rangos

| | Grupo | N | Rango promedio | Suma de rangos |
|--|---------------------------|----|----------------|----------------|
| Cantidad de microgramos de calcio en el diente | Una exposición diaria | 10 | 5,50 | 55,00 |
| | Tres exposiciones diarias | 10 | 15,50 | 155,00 |
| | Total | 20 | | |

B) TRES EXPOSICIONES – SEIS EXPOSICIONES

Los resultados de la prueba de Mann-Whitney demuestran que no existen diferencias significativas (importantes) entre el grupo de dientes expuestos tres veces a la bebida, con respecto a los dientes expuestos seis veces. El software SPSS da los siguientes resultados:

| Estadísticos de contraste ^b | |
|--|---|
| | Cantidad de microgramos de calcio en el diente |
| U de Mann-Whitney | 30,000 |
| W de Wilcoxon | 85,000 |
| Z | -1,512 |
| Sig. asintót. (bilateral) | ,131 |
| Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)] | ,143 ^a |

a. No corregidos para los empates.

b. Variable de agrupación: Grupo

En el resultado anterior se observa la prueba de Mann-Whitney (la estadística U tiene el valor de 30.0), El respectivo nivel de significancia es de 0,131; al ser mayor que 0.05 nos permite concluir que no hay diferencias importantes entre los grupos.

La tabla siguiente, complementa el resultado anterior, en el se muestra que el rango promedio para tres exposiciones diarias tienen un nivel promedio menor que los expuestos seis veces, a pesar de esto, la diferencia en los rangos no es demasiado grande, por ello las pruebas de Mann Whitney dan el resultado obtenido anteriormente.

Rangos

| | Grupo | N | Rango promedio | Suma de rangos |
|--|---------------------------|----|----------------|----------------|
| Cantidad de microgramos de calcio en el diente | Tres exposiciones diarias | 10 | 8,50 | 85,00 |
| | Seis exposiciones diarias | 10 | 12,50 | 125,00 |
| | Total | 20 | | |

C) UNA EXPOSICION – SEIS EXPOSICIONES

Los resultados de la prueba de Mann-Whitney (obtenidos del software SPSS) demuestran que existen diferencias significativas entre el grupo de dientes expuestos una vez a la bebida, con respecto a los dientes expuestos seis veces. A continuación, los resultados:

| Estadísticos de contraste ^b | |
|--|---|
| | Cantidad de microgramos de calcio en el diente |
| U de Mann-Whitney | 10,000 |
| W de Wilcoxon | 65,000 |
| Z | -3,024 |
| Sig. asintót. (bilateral) | ,002 |
| Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)] | ,002 ^a |

a. No corregidos para los empates.

b. Variable de agrupación: Grupo

En la tabla anterior se observa la prueba de Mann-Whitney (la estadística U tiene el valor de 10.0), El respectivo nivel de significancia es de 0.002, al ser menor que 0.05 nos permite concluir que existen diferencias importantes entre los grupos.

La tabla siguiente, complementa el resultado anterior, en el se muestra que el rango promedio para las seis exposiciones diarias tienen un nivel promedio mayor a los dientes expuestos una vez.

| Rangos | | | | |
|--|---------------------------|----|----------------|----------------|
| | Grupo | N | Rango promedio | Suma de rangos |
| Cantidad de microgramos de calcio en el diente | Una exposición diaria | 10 | 6,50 | 65,00 |
| | Seis exposiciones diarias | 10 | 14,50 | 145,00 |
| | Total | 20 | | |

CONCLUSION DE LOS CONTRASTES ENTRE LOS GRUPOS DE PRUEBA

De las pruebas de Mann Whitney anteriores se puede concluir que las diferencias en los niveles medios de calcio no existen sólo entre las exposiciones de tres a seis exposiciones a la bebida carbonatada ácida.

V. DISCUSIÓN

Muchos estudios han demostrado el potencial disolutivo de las bebidas ácidas sobre el esmalte dentario.

También se ha investigado sobre la influencia de ciertos factores (como la temperatura, tiempo de exposición, pH de la bebida, etc) en el desarrollo de la erosión dental. La frecuencia de consumo de bebidas ácidas es un factor que ha sido estudiado, pero aún no se ha obtenido resultados concluyentes. El presente trabajo de investigación analizó la relación entre la frecuencia de exposición del esmalte dentario de dentición mixta a una bebida carbonatada ácida y la disolución de calcio.

Los resultados mostraron que en todas las frecuencias se produjo una pérdida significativa del calcio del esmalte superficial con respecto a los controles. Cuando se compararon los resultados obtenidos entre los tres grupos de prueba, se obtuvo que la disolución del calcio del esmalte estuvo en función de la frecuencia de exposición a la bebida carbonatada ácida; sin embargo, se encontró que entre los grupos de 3 y 6 exposiciones diarias, la diferencia no era significativa, como sí lo fue entre los grupos de 1 – 3 y 1 – 6 exposiciones diarias.

En términos de comparación con los proporcionados por la literatura, Millward y col (1994) analizaron la dieta de un grupo de niños y encontraron que la erosión dental se incrementaba en función del aumento del consumo de bebidas, particularmente de bebidas carbonatadas ácidas. Fushida y Cury (1999) realizaron un estudio *in situ* para evaluar el efecto de la frecuencia de ingesta de Coca-Cola sobre el esmalte y dentina. Encontraron que en cada una de las frecuencias (1, 2, 4 y 8 exposiciones diarias) había una pérdida significativa de la microdureza del esmalte, pero no se analizaron las diferencias entre unas y otras frecuencias.

Hunter y col estudiaron *in situ* el efecto erosivo de una bebida de bajo pH sobre dientes deciduos y permanentes a frecuencias de 2 y 4 veces por día. Los resultados mostraron que con el incremento de la frecuencia, también se incrementaba la pérdida de estructura dentaria, pero esta pérdida no fue ni proporcional ni estadísticamente significativa.

Van Eygen y col analizaron la variación de la microdureza superficial del esmalte en dientes sometidos a 3 frecuencias distintas de exposición a Coca-Cola (1,2 y 3 veces por día durante 7 días). Fueron realizadas las mediciones de microdureza al tercer y séptimo días. Para todos los grupos de prueba se observó que hubo una reducción significativa de la microdureza con respecto a sus controles, tanto al tercer como séptimo días. Para el grupo de 3 exposiciones diarias, la microdureza mostró una reducción al tercer y séptimo días; sin embargo, para los grupos de 1 y 3 exposiciones diarias, esta reducción de la microdureza se observó al tercer día, mostrando un aumento de la misma al séptimo día, posiblemente debido a que el esmalte superficial fue lavado después de las numerosas inmersiones, revelando cada vez una nueva y más dura superficie dentaria. Esta hipótesis podría explicar porqué no hubo diferencias significativas en el grupo de 2 exposiciones diarias entre la microdureza inicial y la observada al séptimo día; o en el grupo de 3 exposiciones diarias, entre los días tercero y séptimo.

Esta explicación podría ser aplicada también al presente trabajo de investigación, al no haberse encontrado diferentes significativas entre las pérdidas de calcio de los grupos de 3 y 6 exposiciones diarias.

VI. CONCLUSIONES

De los resultados y análisis previos, puede concluirse lo siguiente:

- Existen diferencias significativas entre los grupos de 1 y 3 exposiciones diarias.
- No existen diferencias significativas entre los grupos de 3 y 6 exposiciones diarias.
- Existen diferencias significativas entre los grupos de 1 y 6 exposiciones diarias.
- A mayor frecuencia de exposición a la bebida carbonatada ácida, mayor es la pérdida del calcio en el esmalte de dentición mixta, por lo que se cumple la hipótesis de investigación.

VII. RECOMENDACIONES

-Realizar estudios epidemiológicos en nuestra población, considerando las diferencias socioculturales y demográficas, para determinar la incidencia y prevalencia de lesiones dentales erosivas causadas por el consumo de bebidas carbonatadas.

-Debido a las dificultades para extrapolar resultados de estudios *in vitro* para condiciones in vivo (donde influyen otros factores como cepillado dental, hábitos de deglución, tasas de flujo salival y concentración de minerales salivares, etc.), resultan necesarias investigaciones in vivo, con modelos que respetando las pautas de la ética, muestren resultados más realistas sobre el desarrollo de la erosión dental.

-Son necesarios estudios clínicos para determinar si la erosión en dientes primarios es predictiva de la misma en dientes permanentes.

-Realizar campañas preventivas adecuadas, con la finalidad de informar a la sociedad sobre los riesgos que implica el consumo frecuente de estas bebidas y, de este modo, promover buenos hábitos de salud bucal.

VIII. RESUMEN

La erosión dental es la pérdida progresiva e irreversible de la estructura dental, ocasionada por la desmineralización de ésta como consecuencia de la exposición a sustancias ácidas, sin intervención bacteriana.

Según estudios, se ha encontrado que el contacto directo con sustancias ácidas produce una pérdida de estructura dentaria ^(3,4,14,16,18,19). Algunos autores han observado que la frecuencia de ingestión de una bebida ácida es un factor que influye en el desarrollo de la erosión dental ^(5,7,8); aunque otros han hallado que en función de la frecuencia de ingesta, no hay diferencias significativas en cuanto a la pérdida de estructura dentaria.^(9,11,18)

En el presente trabajo de investigación, fueron utilizados 42 dientes (21 deciduos y 21 permanentes), distribuidos en tres grupos de prueba y un grupo control. Los 42 dientes fueron expuestos a una bebida carbonatada ácida, a tres frecuencias distintas (1, 3 y 6 veces por día), con la finalidad de determinar si a mayor frecuencia de exposición a la bebida, mayor es la pérdida de calcio en el esmalte dentario.

Para llevar a cabo el análisis cuantitativo del calcio perdido por el esmalte, se llevaron a cabo pruebas de fotoespectrometría de absorción atómica del calcio, en la Unidad de Servicios y Análisis Químicos de la Facultad de Química e Ingeniería Química de la UNMSN. Los resultados mostraron que si el esmalte se expone 3 veces al día, se produce mayor pérdida de calcio que si se expone sólo 1 vez por día. De igual forma, se produce mayor pérdida de calcio si se expone 6 veces por día, que si sólo se expone una vez por día. Sin embargo, aunque se produce mayor pérdida de calcio, si se expone 6 veces que sólo 3 veces por día, esta diferencia no es significativa.

El presente estudio concluye que a mayor frecuencia de consumo de una bebida carbonatada ácida, mayor es la pérdida de calcio en la superficie del esmalte.

Después de una sola exposición diaria en un período de tiempo, ocurren pérdidas importantes de calcio en el esmalte dentario. Estas pérdidas se incrementan de forma significativa al aumentar la frecuencia a 3 exposiciones. Con una frecuencia de 6 exposiciones también existen pérdidas, aunque ya no exista diferencia significativa. Por lo tanto, se recomienda reducir la ingesta de este tipo de bebidas.

IX. SUMMARY

Dental erosion is the progressive and irreversible loss of the dental structure, caused by the demineralization of this one as a result of the exhibition to acid substances, without bacterial intervention.

According to studies, one has been that the direct bonding with acid substances produces a loss of dental structure (3,4,14,16,18,19). Some authors have observed that the frequency of ingestion of an acid drink is a factor that influences in the development of dental erosion (5,7,8); although others have found that based on the ingestion frequency, are no significant differences as far as the loss of dental structure. (9,11,18)

In the present investigation, 42 teeth were used (21 deciduos and 21 permanent ones), distributed in three groups of test and a control group. The 42 teeth were exhibited to a carbonated acid drink, to three different frequencies (1, 3 and 6 times per day), in order to determine if to greater frequency of exhibition to the drink, major is the loss of calcium in the dental enamel. In order to carry out the quantitative analysis of lost calcium by the enamel, tests of fotoespectrometry of atomic absorption of calcium were carried out, in the Unit of Services and Chemical analyses of the Faculty of Chemistry and Chemical Engineering of the UNMSN.

The results showed that if the enamel sets out 3 times to the day, major takes place loss of calcium that if only 1 time per day is exposed. Similarly, major takes place loss of calcium if it sets out 6 times per day, that itself is exposed once per day. Nevertheless, although major takes place loss of calcium, if it sets out 6 times that only 3 times per day, this difference is not significant.

The present study concludes that to greater frequency of consumption of an acid, greater carbonated drink it is the loss of calcium in the surface of the enamel. After a single daily exhibition in a period of time, important losses of calcium in the dental enamel happen. These losses are increased of significant form when increasing the frequency to 3 exhibitions. With a frequency of 6 exhibitions also losses exist, although no longer significant difference exists. Therefore, it is recommended to reduce the ingestion of this type of drinks.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lussi A, Jaegggi T. Dental erosion in children. Monograph Or Sci 2006; 20: 140-151.
2. Grippo JO, Simring M. Dental erosion revisited. JADA 1995; 27: 619-630.
3. Smith AJ, Shaw L. Baby fruit juices and tooth erosion by five different kinds of fruits. British Dental Journal 1987; 162(2): 65-67.
4. Grobler SR, Senekal P.C, Korze TJW. The degree of enamel erosion by five different kinds of fruit. Clinical Preventive Dental 1989; 11:23-28.
5. Jarvinen VK, Rytoma II, Heinonen OP. Risk factors in dental erosion. Journal Dental Research 1991; 70(6): 742-747.
6. Meurman JH, Frank RM. Progression and surface ultrastructures of *in vitro* caused erosive lesions in human and bovine enamel. Caries Research 1991; 25: 81-87.
7. Millward A, Shaw L, Smith AJ. Rippin JW, Harrington E. The distribution and severity of tooth wear and the relationship between erosion and dietary constituents in a group of children. Int J of Paediatrics 1994; 4: 151-157.
8. Maupomé G, Diez DBJ, Torres VG, Andrade DL, Castaño V. *In vitro* quantitative assessment of enamel microhardness after exposure to eroding immersion in a cola drink. Caries Research 1998; 32: 148-153.
9. Fushida CE, Cury JA. Estudio *in situ* do efeito da frequencia de ingestao de Coca-Cola na erosao do esmalte-dentina e reversao pela saliva. Revista Odontológica de la Universidad de Sao Paulo 1999; 13(2): 127-134.
10. Amaechi BT Higham SM, Edgar WM. Factors influencing the development of dental erosion *in vitro*; enamel type, temperature and exposure time. Journal of Oral Rehabilitation 1999; 26(8): 624-630.
11. Hunter ML, West NX, Hughes JA, Newcombe RG, Addy M. Relative susceptibility of deciduous and permanent dental hard tissues to erosion by a low pH fruit drink *in vitro*. Journal of Dentistry 2000; 28(4): 257-263.

12. Moazzez R, Smith BGN, Bartlett DW. Oral pH and drinking habit during ingestion of a carbonated drink in a group of adolescents with dental erosion. *J Dent* 2000; 28(6): 395-397.
13. Lussi A, Kohler N, Zero D, Schaffner M, Megert B. A comparison of the erosive potential of different beverages in primary and permanent teeth using an *in vitro* model. *European J Oral Sci* 2000 108:110-114.
14. Barlett DW, Coward PY. Comparison of the erosive potential gastric juice and carbonates drink in vitro. *Journal of Oral Rehabilitation* 2001; 28(11): 1045-1047.
15. Johansson AK, Sorvari R, Birkhed D, Meurman JH. Dental erosion in deciduous teeth--an in vivo and in vitro study. *Journal Dental* 2001; 29(5):333-340.
16. Parry J, Shaw L, Smith AJ. Investigation of mineral waters and soft drinks in relation to dental erosion. *Journal of Oral Rehabilitation* 2001; 28(8): 766-772.
17. Mas A. Efecto erosivo valorado a través de la microdureza superficial del esmalte dentario, producido por tres bebidas industrializadas de alto consumo en la ciudad de Lima; estudio *in vitro* [Tesis de Cirujano Dentista]. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2003.
18. Van Eygen I, Vannet BV, Wehrbein H. Influence of a soft drink with low pH on enamel surfaces: an in vitro study. *American J of Dentofacial Orthopedy* 2005; 128(3): 372-377.
19. Seow WK, Thong KM. Erosive effects of common beverages on extracted premolar teeth. *Australian Dental Journal* 2005; 50(3): 173-178.
20. Tauquino A. Evaluación in vitro de la microdureza superficial de una resina compuesta microhíbrida, una resina compuesta fluida y un cemento ionómero vítreo de restauración frente a la acción de una bebida carbonatada[Tesis de Cirujano Dentista]. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2002.
21. Lippert F, Parker DM, Jandt KD. Susceptibility of deciduous and permanent enamel to dietary acid-induced erosion studied with atomic force microscopy. *European Journal of Oral Sciences* 2004; 112(1): 61-66.
22. Kunzel W, Cruz MS, Fisher T. Dental erosion in cuban children associated with excessive consumption of oranges. *European Journal of Oral Sciences* 2000; 108:104-109.

23. Steffen MJ. The effects of soft drinks on etched and sealed enamel. *Angle Orthodontics* 1996; 66: 449-456.
24. Dincer B, Hazar S, Hakan Sen B. Scanning electron microscope study of the effects of soft drinks on etched and sealed enamel. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2002; 122: 135-141.
25. Al-Malik MI, Holt D, Bedi R. The relationship between erosion, caries and rampant caries and dietary habits in preschool children in Saudi Arabia. *International Journal of Paediatric Dentistry* 2001;11: 430-439.
26. May J, Waterhouse PJ. Dental erosion and soft drinks: a qualitative assessment of knowledge, attitude and behaviour using focus groups of schoolchildren. A preliminary study. *International Journal of Paediatric Dentistry* 2003; 13:425-433.
27. Silverstone LM. Caries dental, etiología, patología y prevención, 1a. ed. México, El manual Moderno, 1985.
28. Bascones A, Llanes F. Medicina bucal, 2a. ed. Madrid, Ediciones Arquees Médico-dentales S.L., 1996. Tomo II.
29. Ministerio de sanidad y consumo de España. Clasificación Internacional de enfermedades. Novena revisión. Modificación clínica. Edición electrónica de la CIE-9-MC. 5ª. ed. 2006. Versión 2.2.03. Consultado julio 25, 2007 (pg. 520-579). Disponible en URL: <http://www.msc.es/estadEstudios/ecie9mc/webcie9mc/ltenf9.htm#521.3>
30. Mount GJ, Hume WR. Conservación y restauración de la estructura dental, 1a. ed. Madrid, Harcourt Brace, 1999.
31. Gómez de Ferraris, M.E. Histología y embriología bucodental: Bases estructurales de la patología, del diagnóstico, la terapéutica y la prevención odontológica, 1a. ed. Madrid, Editorial médica Panamericana, 1999.
32. Thylstrup A, Fejervang O. Tratado de Cariología, 2a. ed. Río de Janeiro, Quintessence, 1988.
33. Cabrini RL. Anatomía patológica bucal, 1a. ed. Argentina, Mundi, 1988.
34. Barrancos J. Operatoria dental, Restauraciones, 1a. ed. Buenos Aires, Editorial Panamericana, 1990.

35. Arias J. Erosión dentaria por clorinación inadecuada del agua de piscina, a propósito de una muestra de nadadores afectados en el Perú. *Odontología Peruana* 1996; 6(8):15-16.
36. Grace EG, Sarlani E, Kaplan S. Tooth erosion caused by chewing aspirin. *JADA* 2004 135(1): 911-914.
37. Lopes GC. Effect of bleaching agents hardness and morphology of enamel. *Journal of Esthetic Restorative Dentistry* 2002; 14(1):24-30.
38. Pontefract H, Hughes JA, Kemp K, Yates R, Newcombe RG, Addy M. The erosive effects of some mouthrinses on enamel. A study in situ. *Journal of Clinical Periodontology* 2001; 28(4): 319-324.
39. Zegarelli EV. *Diagnóstico en Patología Oral*, 2a. ed. España, Salvat Editores, 1982.
40. Lynch M. *Medicina Bucal, Diagnóstico y Tratamiento*, 4a. ed. México, Nueva Editorial Interamericana, 1986.
41. Shaw L, O'Sullivan, E. Diagnosis and prevention of dental erosion in children. In: UK National Clinical Guidelines in Paediatric Dentistry, 1994. *International Journal of Paediatric Dentistry* 1997, 7:267-268.
42. Hupp J, Williams T. *The 5 minutes, Clinical Consult for Dental Professionals*, 1a. ed. Estados Unidos, Williams and Wilkins, 1996.
43. Anggiansah A, Wilson R E. Eating disorders: dental implications. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology* 2002; 93(2):137-143.
44. Goaz PW. *Radiología Oral, Principios e Interpretación*, 3a. ed. , España, Mosby, 1995.
45. Prati C, Montebugnoli I, Suppa P, Valdré G.; Mongiorgi, R. Permeability and morphology in dentin after exposure acid beverages. *Journal of Periodontology* 2003; 74: 428-436.
46. Hall AF, Sadler JP, Strang R, De Josselin De Jong E, Foye RH, Creanor SL. Application of transverse microradiography for measurement of mineral loss by acid erosion. *Advances Dental Research* 1997; 11(4): 420-425.
47. Amaechi BT, Higham SM, Edgar WM. Use of transverse microradiography to quantify mineral loss by erosion in bovine enamel. *Caries Research* 1998; 32: 351-356.

48. Zero DT, Rahbek I, Fu J, Proskin HM, Featherstone JD. Comparison of the iodide permeability test, the surface microhardness test, and mineral dissolution of bovine enamel following acid challenge. *Caries Research* 1990; 24(3): 181-188.
49. Grenby, T.H.; Phillips, A.; Desai, T; Mistry, M. Laboratory studies of the dental properties of soft drinks. *British Journal Nutrition* 1989; 62: 451-464.
50. Ten Cate JM, Nyvad B, Plassche-Simons YM, Van De Fejerskov O. A quantitative analysis of mineral loss and shrinkage of in vitro demineralized human root surfaces. *Journal of Dental Research* 1991; 70: 1371.
51. Willard, H.H; Merrit, L.L.; Dean, A. *Métodos Instrumentales de Análisis*. 4a. ed. México, Compañía Editorial Continental, 1971.
52. Skoog, D.A.; Holler, F.J.; Nieman, T.A. *Principios de Análisis Instrumental*. 5a. ed. Madrid, Mc Graw Hill, 2001.
53. Varnam, A.; Sutherland, J. *Bebidas: tecnología, química y microbiología*, 1a. ed. España, Acribia, 1997.

BIBLIOGRAFÍA

1. Al-Majed I, Maguire A, Murray JJ. Risk factors for dental erosion in 5-6 year old and 12-14 year old boys in Saudi Arabia. *Community Dentistry and Oral Epidemiology* 2002; 30:38-46.
2. Attin T, Weiss K, Becker K, Buchalla W, Wiegand A. Impact of modified acidic soft drinks on enamel erosion. *Oral Diseases* 2004; 11(1): 7-10
3. Baratieri, L. *Operatoria dental: Procedimientos preventivos y restauradores*. 2a. ed. Sao Paulo, Quintessence, 1993.
4. Barrancos, J. *Operatoria dental, Técnica y Clínica*. 1a. ed. Buenos Aires, Editorial Panamericana, 1987.
5. Bassiounny MA, Yang J. Influence of drinking patterns of carbonated beverages on dental erosion. *General Dentistry* 2005; 53(3):205-210.
6. Cheung A, Zid Z, Hunt D, McIntyre J. The potential for dental plaque to protect against erosion using an in vivo-in vitro model--a pilot study. *Australian Dental Journal* 2005; 50(4): 228-34.
7. Davis WB, Winter PJ. The effect of abrasion on enamel and dentine after exposure to dietary acid. *British Dental Journal* 1997; 148: 253-256.
8. Díaz C. Referencias bibliográficas estilo Vancouver.2006; Disponible en URL: <http://www.cpimtz.sld-cu/normvanc.htm>
9. Franchi M, Breschi L.. Efectos de las soluciones de grabado ácido sobre el esmalte y dentina humanos. *Quintessence*. 1996; 9(7): 35-37.
10. Ganss C, Klimek J. Dental erosion in children and adolescents – a cross- sectional and longitudinal investigation using study models. *Community Dental and Oral Epidemiology* 2001; 29:264-271.
11. Hemingway CA, Parker DM, Addy M, Barbour ME. Erosion of enamel by non-carbonated soft drinks with and without toothbrushing abrasion. *British Dental Journal* 2006; 201(7): 447-50.

12. Hughes, J.A.; West, N.X.; Parker, D.M.; Newcombe, R.G; Addy, M. Development and evaluation of a low erosive blackcurrant juice drink in vitro and in situ comparison with orange juice. *Journal of Dentistry* 1999; 27(4):285-289.
13. Ilizarbe R, Minaya JC, Horna H. *Operatoria dental: Apuntes teóricos*, 2a. ed. Lima, UNMSM, 2000.
14. Jarvinen VK, Rytoma II, Heinonen OP. Risk factors in dental erosion. *Journal Dental Research* 1991; 70(6): 742-747.
15. Kunzel W, Cruz MS, Fischer T. Dental erosion in cuban children associated with excessive consumption of beverages. *European Journal of Oral Science* 2000; 108:104-109.
16. Levine RS. Flavoured milk products and caries. *British Dental Journal* 2001; 191(1): 20.
17. Ludwig B, Wohlfeil M, Glasl B, Schuster G. Interdisciplinary Cooperation Exemplified by Two Complex Cases of Enamel Erosion. *Journal Orofacial and Orthopedics* 2006; 67(5): 376-384.
18. Marshal TA, Levy SM, Broffitt B, Warren JJ, Eichenberger-Gilmore JM, Stumbo P.J. Dental caries and beverage consumption in young children. *Pediatrics* 2003 112(3): 184-191.
19. Milosevic A. Enamel erosion by soft drinks with and without abrasion. *British Dental Journal* 2006; 201(7): 439.
20. Minetti Z, Uribe J. Acción de los ácidos grabadores sobre el esmalte del diente temporario. *Avances en Odontoestomatología* 1985; 1: 6-10.
21. Nikiforuk G. *Caries Dental, aspectos básicos y clínicos*, 1a. ed. Argentina, Mundi, 1986.
22. Nunn JH. Prevalence of dental erosion and the implications for oral health. *European Journal of Oral Sciences* 1996; 104:156-161.
23. Ohrn R, Enzell K, Angmar-Manson B. Oral status of 81 subjects with eating disorders. *European Journal of Oral Sciences* 1999; 107: 157-163.
24. Ohrn R, Angmar-Manson B. Oral status of 35 subjects with eating disorders: a 1-year study. *European Journal of Oral Sciences* 2000; 108: 275-280.

25. Raspall G. Cirugía Maxilofacial, 1a. ed. Madrid, Editorial Médica Panamericana, 1997.
26. Resnick R, Halliday D. Física, 7a. ed. México, Compañía Editorial Continental, 1984. Tomo 2.
27. Sánchez GA, Fernández de Preliasco MV. Salivary pH changes during soft drinks consumption in children. International Journal of Paediatric Dentistry 2003; 13:251-257.
28. Seif T. Cariología: Prevención, Diagnóstico y Tratamiento, 10a. ed. Venezuela, Amolca, 1997.
29. Venables MC, Shaw L, Jeukendrup AE, Roedig-Penman A, Finke M, Newcombe RG. Erosive effect of a new sports drinks on dental enamel during exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise 2005; 37()1: 39-44.
30. Wiegand A, Muller J, Werner J, Attin T. Prevalence of erosive tooth wear and associated risk factors in 2-7-year-old German kindergarten children. Oral Diseases 2006; 12(2): 117-124.

ANEXOS

ANEXO 1: ENCUESTA DE PREVENCIÓN DE LA SALUD

ANEXO 2: FICHA DE LLENADO DE DATOS

**ANEXO 3: REQUISITOS FÍSICO-QUÍMICOS DE LAS AGUAS GASEOSAS
CON SABOR**

**ANEXO 4: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA BEBIDA CARBONATADA
UTILIZADA EN EL EXPERIMENTO**

ANEXO 5: RESULTADOS DE LABORATORIO - INFORMES DE ENSAYO

ANEXO 6: FOTOGRAFÍAS

ANEXO 01

ENCUESTA DE PREVENCIÓN DE LA SALUD

EDAD:

SEXO: M() F()

LUGAR DONDE NACISTE: Lima() Provincia()¿Cuál?.....

DISTRITO DONDE VIVES:

¿QUÉ TIPO DE BEBIDAS PREFIERES?:

- Gaseosas
- Frugos
- Otra(s): ¿cuál(es)?

¿CUÁLES SON LAS BEBIDAS QUE MÁS CONSUMES?:

- Gaseosas
- Frugos
- Otra(s): ¿cuál(es)?

ANEXO 02

FICHAS DE LLENADO DE DATOS

| GRUPO EXPERIMENTAL | DIENTES | | CÓDIGO DEL FRASCO | CANTIDAD DE CALCIO LIBERADO EN LA BEBIDA ÁCIDA (ug/ml) |
|--|---------|-------|----------------------|---|
| | Dec. | Perm. | | |
| GRUPO A (1 exposición diaria) | 1 | | A1 | |
| | 2 | | A2 | |
| | 3 | | A3 | |
| | 4 | | A4 | |
| | 5 | | A5 | |
| | | 6 | A6 | |
| | | 7 | A7 | |
| | | 8 | A8 | |
| | | 9 | A9 | |
| | | 10 | A10 | |
| GRUPO B (3 exposiciones diarias) | 1 | | B1 | |
| | 2 | | B2 | |
| | 3 | | B3 | |
| | 4 | | B4 | |
| | 5 | | B5 | |
| | | 6 | B6 | |
| | | 7 | B7 | |
| | | 8 | B8 | |
| | | 9 | B9 | |
| | | 10 | B10 | |
| GRUPO C (6 exposiciones diarias) | 1 | | C1 | |
| | 2 | | C2 | |
| | 3 | | C3 | |
| | 4 | | C4 | |
| | 5 | | C5 | |
| | | 6 | C6 | |
| | | 7 | C7 | |
| | | 8 | C8 | |
| | | 9 | C9 | |
| | | 10 | C10 | |

| GRUPO EXPERIMENTAL | | DIENTES | | CÓDIGO DEL FRASCO | CANTIDAD DE CALCIO DISUELTO EN LA BEBIDA ÁCIDA (ug/ml) |
|----------------------|--|---------|-------|-------------------|--|
| | | Dec. | Perm. | | |
| GRUPO D (CONTROL) | Subgrupo Da (control para 1 exposición diaria) | 1 | | Da1 | |
| | | 2 | | Da2 | |
| | | | 3 | Da3 | |
| | | | 4 | Da4 | |
| | Subgrupo Db (control para 3 exposiciones diarias) | 1 | | Dy1 | |
| | | 2 | | Dy2 | |
| | | | 3 | Dy3 | |
| | | | 4 | Dy4 | |
| | Subgrupo Dc (control para 6 exposiciones diarias) | 1 | | Dz1 | |
| | | 2 | | Dz2 | |
| | | | 3 | Dz3 | |
| | | | 4 | Dz4 | |

ANEXO 03

REQUISITOS FÍSICO-QUÍMICOS DE LAS AGUAS GASEOSAS CON SABOR

| CARACTERÍSTICAS | REQUISITOS | |
|---|----------------|---------------|
| | MÍNIMOS | MÁXIMOS |
| Grado Brix (% en masa de sólidos solubles como sacarosa) | 8.0 | 15.0 |
| Alcohol en % en volumen a 15,56°C | 0% | 0,5% |
| Dióxido de carbono en volumen de gas absorbido por cada volumen de agua | 1.0 volumen | 5,0 volúmenes |
| Acidez expresada en gramos de ácido cítrico anhídrido por cada 100cm de muestra | 0.003 | 0,5 |
| pH | 2,4 | 4,5 |

ANEXO 04

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA BEBIDA CARBONATADA UTILIZADA EN EL EXPERIMENTO

- Agua carbonatada
- Azúcar
- Acidulante (ácido fosfórico)
- Benzoato de sodio
- Cafeína
- Saborizantes
- Colorante (tartrazina)

ANEXO 05

RESULTADOS DE LABORATORIO – INFORMES DE ENSAYO

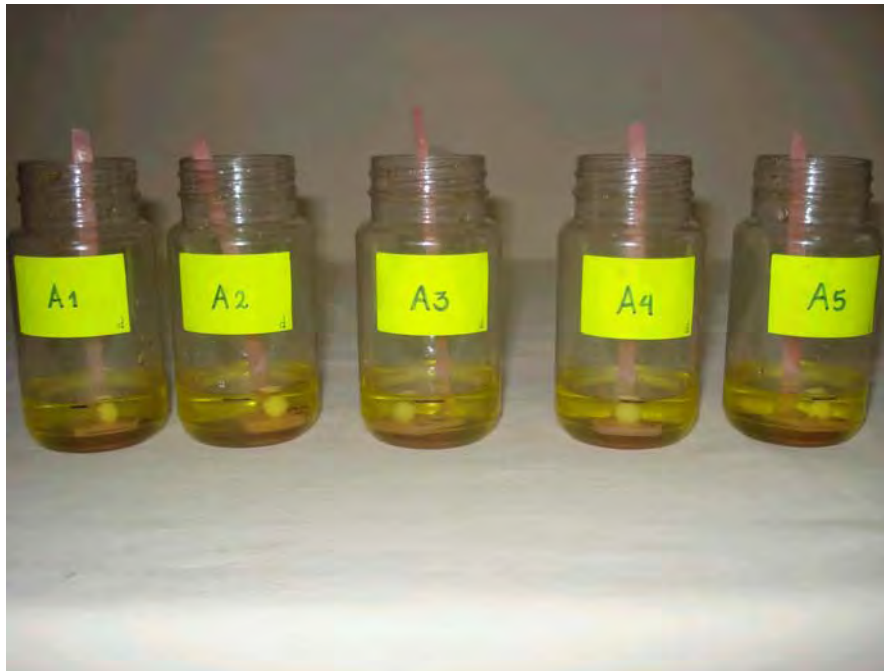
ANEXO 06



Vaciando bebida con jeringa



Introduciendo los dientes en recipientes



Dientes sumergidos en la bebida



GRUPO CONTROL



GRUPOS DE PRUEBA



Digestión orgánica con ácido nítrico



Bebida diluida con agua destilada



Prueba de espectrofotometría de absorción atómica